



DEUTSCHES
PATENTAMT

2

②① Aktenzeichen: P 32 41 940.6
②② Anmeldetag: 12. 11. 82
④③ Offenl. gungstag: 30. 6. 83

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①
13.11.81 JP P56-181863 26.03.82 JP P57-048627
26.03.82 JP P57-048628

⑦① Anmelder:
Citizen Watch Co., Ltd., Tokyo, JP

⑦④ Vertreter:
Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal
Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;
Meister, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.;
Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 8000
München

⑦② Erfinder:
Shiba, Kazuo; Takahashi, Masao, Tokorozawa,
Saitama, JP; Kanai, Akira, Higashiyamato, Tokyo,
JP; Koizumi, Kouchi, Matsudo, Chiba, JP

Behördeneigentum

⑤④ Mikro-einstellbares Gerät zum Festsetzen einer Verschiebung und einer Rotation

Es ist ein Gerät beschrieben, das ermöglicht, ein gesteuertes Teil (z.B. ein Werkstück in einer Spanneinrichtung festhaltendes Teil) in der Lage durch extrem kleine Beträge von linearer Verschiebung oder winkelmäßiger Rotation mit einem hohen Genauigkeitsgrad und einem hohen Grad an statischer und dynamischer Stabilität einzustellen. Das Gerät basiert auf einem Servosystem, das durch elektrische Signale gesteuert wird, und verwendet hydrostatische Puffer zum Tragen und Bewegen des gesteuerten Teiles. (32 41 940)

DE 3241940 A1

ORIGINAL INSPECTED

12.11.82

3241940

GRÜNECKER, KINKELDEY, STOCKMAIR & PARTNER

PATENTANWÄLTE
EUROPEAN PATENT ATTORNEYS

A. GRÜNECKER, DR.-ING.
DR. H. KINKELDEY, DR.-ING.
DR. W. STOCKMAIR, DR.-ING., ABT. 100
DR. K. SCHUMANN, DR.-ING.
P. H. JAKOB, DR.-ING.
DR. G. BEZOLD, DR.-ING.
W. MEISTER, DR.-ING.
H. HILGERS, DR.-ING.
DR. H. MEYER-PLATH, DR.-ING.

8000 MÜNCHEN 22
MAXIMILIANSTRASSE 43

P 17 640- 05/lu
12. November 1982

Anm.: Citizen Watch
Company Limited

15 Mikro-einstellbares Gerät zum Festsetzen einer Verschiebung und einer Rotation.

20 P a t e n t a n s p r ü c h e

25 1. Mikro-einstellbares Gerät zum Festsetzen einer Verschiebung und einer Rotation, mit folgenden Merkmalen:

einem gesteuerten Teil (10);

einer Steuerung (50) zum Erzeugen von Befehlssignalen;

30 einem Lagerungs-Tragteil (14) zum Tragen des gesteuerten Teiles (10), um eine Verschiebung des gesteuerten Teiles (10) in wenigstens einer Richtung zu gestatten, wobei das Lagerungs-Tragteil (14) eine Vielzahl von hydrostatischen
35 Lagerungen (14, 16, 18, 20, 22, 24) umfaßt, die jeweils wenigstens ein Paar von sich gegenüberliegenden hydrostatischen Polstern (14, 16, 18, 20, 22, 24) aufweisen;

1 einer Verschiebungs-Sensoreinrichtung (34, 36) zum Ermitteln einer Verschiebung des gesteuerten Teils (10) bezüglich des Lagerungs-Tragteiles (14) und zum Erzeugen eines
5 Verschiebungssignals, das die Größe einer derartigen Verschiebung anzeigt;

einer Schalteinrichtung (38, 40) zum Vergleichen der Befehlssignale und der Verschiebungssignale und zum Erzeugen von Fehlersignalen, die eine Differenz zwischen den
10 erstgenannten Signalen anzeigen; und

einer Servoventileinrichtung (26, 28), die auf die Fehlersignale anspricht, um die relativen Drucke der Arbeitsflüssigkeitsströmungen zu jeden der hydrostatischen Polster
15 (14, 16, 18, 20, 22, 24) zu steuern;

wobei die hydrostatischen Polster (14, 16, 18, 20, 22, 24) dadurch Kräfte auf das gesteuerte Teil (10) in der Weise ausüben, daß sie das gesteuerte Teil (10) in einer Richtung verschieben, die dazu neigt, die Verschiebungssignale und die Befehlssignale miteinander ins Gleichgewicht zu bringen und die Befehlssignale zu reduzieren.

25 2. Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die hydrostatische Lagerungen (14 bis 24) ferner wenigstens ein Paar von sich gegenüberliegenden hydrostatischen Polstern (54, 56) aufweist, die auf das gesteuerte Teil (10) derart einwirken, daß sie das gesteuerte Teil (10) gegen eine Verschiebung in eine vorbestimmte Richtung festhalten.

3. Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die hydrostatischen Lagerungen (14 bis 24)
35 das gesteuerte Teil (10) in einer derartigen Weise tragen, daß eine winkelmäßige Rotation innerhalb wenigstens einer vorbestimmten Ebene möglich ist.

1 4. Gerät nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n z e i c h -
n e t , daß die die Fehlersignale erzeugende Schaltein-
richtung (38, 40) folgende Merkmale hat:

5 Differentialverstärker-Schalteinrichtungen (38, 40) zum
Vergleichen der Verschiebungssignale und der Befehlssigna-
le, um dadurch die Fehlersignale zu erzeugen;

10 Kompensations-Schalteinrichtungen (42, 44), die angeschlos-
sen sind, um die Fehlersignale von den Differentialver-
stärker-Schalteinrichtungen (38, 40) zu empfangen, um die
Fehlersignale in einer derartigen Weise zu verändern, daß
eine gewünschte Einstellung der Arbeitscharakteristika
15 des mikro-einstellbaren Gerätes zum Festsetzen der Ver-
schiebung und der Rotation erreicht wird; und

Servoverstärker-Schalteinrichtungen (46, 48) zum Verstär-
ken der Fehlersignalausgänge von den Kompensations-
20 Schalteinrichtungen (42, 44), um dadurch verstärkte Feh-
lersignale zu erzeugen, um die Servo-Ventileinrichtungen
(26, 28) zu steuern.

5. Mikro-einstellbares Gerät zum Festsetzen einer Verschie-
25 bung und einer Rotation, g e k e n n z e i c h n e t
durch folgende Merkmale:

Ein gesteuertes Teil (10);

30 eine Steuerung (50) zum Erzeugen wenigstens eines ersten
und zweiten Befehlssignals;

ein Lagerungs-Tragteil (14) zum Tragen des gesteuerten
Teiles (10) in einer Weise, die dessen Verschiebung in
35 wenigstens der vertikalen Richtung und eine winkelmäßige
Verdrehung in wenigstens einer Ebene gestattet, wobei das
Lagerungs-Tragteil (14) wenigstens eine erste und eine
hydrostatische Lagerung (14, 16, 18, 20, 22, 24) aufweist,

1 die auf jeder von zwei sich gegenüberliegenden Seiten des
gesteuerten Teiles (10) angeordnet sind, wobei jede der
hydrostatischen Lagerungen ein oberes und ein unteres
5 hydrostatisches Polster (14, 16, 18, 20, 22, 24) hat, die
auf das gesteuerte Teil (10) in entgegengesetzten Rich-
tungen Kräfte ausüben, und ein seitliches hydrostatisches
Polster (54, 56) hat, wobei die seitlichen hydrostatischen
Polster der ersten und zweiten hydrostatischen Lagerungen
10 auf das gesteuerte Teil (10) in entgegengesetzter Richtung
zueinander einwirken;

erste und zweite Verschiebungs-Sensoreinrichtungen (34, 36),
die jeweils auf entgegengesetzten Seiten des gesteuerten
15 Teiles (10) angeordnet sind, um relative Verschiebungen
der Seiten des gesteuerten Teils (10) bezüglich des La-
gerungs-Tragteiles (14) zu ermitteln und um erste und zwei-
te Verschiebungssignale zu erzeugen, die die Verschiebun-
gen anzeigen;

20 eine erste Differential- und Servoverstärker-Schaltein-
richtung (40, 44) zum Vergleichen des ersten Befehlssig-
nals und des ersten Verschiebungssignals, um dadurch ein
erstes Fehlersignal zu erzeugen, das die Differenz zwi-
25 schen diesen Signalen anzeigt, und eine zweite Differential-
und Servoverstärker-Schalteinrichtung (38, 42) zum Ver-
gleichen des zweiten Befehlssignals mit dem zweiten Ver-
schiebungssignals, um dadurch ein zweites Fehlersignal
zu erzeugen, das eine Differenz zwischen diesen Signalen
30 anzeigt;

ein erstes Servoventil (28), das auf das erste Fehlersig-
nal anspricht, um den relativen Druck der Arbeitsflüssig-
keitsströmungen zu steuern, die jeweils den oberen und
35 unter hydrostatischen Polster (18, 20) beziehungsweise
der ersten hydrostatischen Lagerung (18, 20) zugeführt
werden, und ein zweites Servoventil (26), das auf das
zweite Fehlersignal anspricht, um den relativen Druck der

1 Arbeitsflüssigkeitsströmungen zu steuern, die dem oberen
und unteren hydrostatischen Polster (14, 16) der zweiten
hydrostatischen Lagerung (14, 16) jeweils zugeführt wird;
und

5

erste und zweite Verengungen (58, 60) zum Zuführen von
Arbeitsflüssigkeitsströmungen zu seitlichen hydrostati-
schen Polstern (54, 56) der jeweils ersten und zweiten
hydrostatischen Lager bei festen Drucken.

10

15

20

25

30

35

1 Mikro-einstellbares Gerät zum Festsetzen einer Verschiebung und einer Rotation.

5

B e s c h r e i b u n g

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein mikro-einstellbares Gerät zum Festsetzen einer Verschiebung und einer Rotation, daß dazu geeignet ist, extrem kleine Beträge einer linearen Verschiebung oder einer winkelmäßigen Rotation auf ein gesteuertes Teil wie z.B. einem ein Werkstück haltenden Spannteil einer genauen maschinell bearbeitenden Vorrichtung zuzuführen.

Gegenwärtig gibt es eine große Anzahl von Anwendungsfällen, in denen ein Gerät benötigt wird, das extrem kleine Beträge einer linearen Verschiebung oder einer Rotation eines gesteuerten Teiles erzeugt, das z.B. ein Werkzeug trägt, das einer hochgenauen maschinellen Bearbeitung unterworfen werden soll oder das einen Teil eines Gerätes enthält, das für einige Arten von genauen Messungen benutzt wird. Hier bezieht sich der Ausdruck "klein" auf lineare Verschiebungen in der Größenordnung von 0,005 Mikron oder weniger oder auf winkelmäßige Drehungen von 0,01 Winkelsekunden oder weniger. Es ist im allgemeinen wichtig, daß ein derartiges Gerät völlig spielfrei arbeitet, über einen hohen Grad an Auflösung der Einstellung verfügt und eine überragende dynamische und statische Stabilität aufweist. Im vorliegenden Zusammenhang bezeichnet der Ausdruck "Stabilität", daß das Gerät eine schnelle Bewegung des gesteuerten Teiles in eine neue Lage ausführt, sobald ein derartiger Wechsel benötigt wird, und zwar ohne über das Ziel hinauszuschies- sen und ohne Schwingungen, und das Gerät soll das gesteuerte Teil in der gewünschten Lage mit einem hohen Genauigkeitsgrad ohne Abhängigkeit von der augenblicklichen, auf das gesteuerte Teil einwirkenden Kraft halten. Derartige

2
7.

1 augenblickliche Kräfte oder Belastungen können im Verlauf
der maschinellen Bearbeitung eines durch das gesteuerte
Teil gehaltenen Werkstückes auftreten. Die oben genannten
Qualitäten werden gelegentlich als "Steifigkeit" des Sy-
5 stemes bezeichnet. Ein mikro-einstellbares Gerät zum Fest-
setzen einer Verschiebung und einer Rotation gemäß der vor-
liegenden Erfindung erfüllt diese Anforderungen an die
statische und dynamische Stabilität zu einem erheblich
höheren Ausmaß als dies im Stand der Technik möglich war,
10 und ist nun im wesentlichen einfach und wirtschaftlich
herzustellen. Ein derartiges mikro-einstellbares Gerät zum
Festsetzen einer Verschiebung und einer Rotation wird sich
daher in einem sehr breiten Anwendungsbereich für wertvoll
erweisen, wie z.B. in den Bereichen der maschinellen Her-
15 stellung, der genauen Messung usw..

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein mikro-einstell-
bares Gerät zum Festsetzen einer Verschiebung und einer
20 Rotation mit folgenden Merkmalen geschaffen: Einem ge-
steuerten Teil; einer Steuereinheit zum Erzeugen von Be-
fehlssignalen; einem Lagerungs-Tragteil zum Tragen des
gesteuerten Teiles wie auch zum Ermöglichen einer Ver-
schiebung des gesteuerten Teiles in wenigstens einer Rich-
25 tung, wobei das Lagerungs-Tragteil eine Vielzahl von hy-
drostatischen Lagerungen aufweist, die jeweils wenigstens
ein Paar von einander gegenüberliegenden hydrostatischen
Polstern aufweisen; einer Verschiebungs-Sensoreinrichtung
zum Ermitteln einer Verschiebung des gesteuerten Teils be-
30 züglich des Lagerungs-Tragteiles und zum Erzeugen von Ver-
schiebungssignalen, die die Größe einer derartigen Ver-
schiebung anzeigen; einer Schaltung zum Erzeugen eines
Fehlersignals zum Vergleichen der Befehlssignale und der
Verschiebungssignale und zum Erzeugen von Fehlersignalen,
35 die Unterschiede zwischen diesen Signalen anzeigen; und
einer Servoventileinrichtung, die auf die Fehlersignale
anspricht, um den relativen Flüssigkeitsdruck einer Betä-
tigungsflüssigkeit für jedes der hydrostatischen Polster

. 10 .

1 Servoverstärker 48 arbeitet.

Bezugszeichen 34 und 36 bezeichnen Verschiebungs-Fühler,
die zum Erfassen der relativen Verschiebung zwischen den
5 rechten und linken Rändern des Tisches 10 bezüglich des
Lagerungs-Tragteiles 14 bei einer Bewegung in die Auf-
wärts- oder Abwärtsrichtung dienen. Diese Verschiebungs-
fühler 34 und 36 erzeugen Verschiebungssignale, die die
10 Beträge einer derartigen Verschiebung des Tisches 10 an-
zeigen, und diese Verschiebungssignale werden Differential-
verstärkern 38 und 40 jeweils zugeführt. Die Steuerung 50
erzeugt Steuersignale und HC1 und HC2, deren Werte die
augenblickliche Lage, die für den Tisch 10 benötigt wird,
15 bezeichnen. Das Verschiebungssignal HC1 von der Steuerung
50 wird mit der Verschiebung H1 vom Verschiebungsfühler 34
mittels eines Differentialverstärkers 38 verglichen. Jeg-
liche Abweichung zwischen diesen Signalen bezeichnet einen
Fehler zwischen der augenblicklichen Lage auf der rechten
20 Seite des Arbeitstisches 10 und der gewünschten Lage, die
durch das Befehlssignal HC1 festgelegt ist, und dies führt
zu einem Fehlersignal, das durch den Differentialverstärker
38 erzeugt wird, und durch eine Kompensationsschaltung 42
dem Servoverstärker 36 zugeführt wird. Ein Ausgangssignal
25 I₁ wird dabei durch den Servoverstärker 46 erzeugt, das
das Servoventil 26 dazu veranlaßt, die Druckdifferenz zwi-
schen den Arbeitsflüssigkeitsströmen zu den oberen und
unteren hydrostatischen Polstern 14 und 16 derart zu
steuern, daß die rechte Seite des Tisches 10 in einer
30 Richtung bewegt wird, in der der Fehlerbetrag reduziert
wird, d.h. in der die Differenz zwischen dem Befehlssignal
HC1 und dem Verschiebungssignal H1 verringert wird. Auf
identische Weise wird das Befehlssignal HC2 mit dem Ver-
schiebungssignal H2 vom Verschiebungsfühler 36 verglichen,
35 und jeglicher Fehler zwischen der augenblicklichen Lage
der linken Seite des Tisches 10 und der Lage, die durch
den Wert des Befehlssignals HC2 festgelegt ist, führt zu
einem Fehlersignal, das vom Differentialverstärker 40

. 11 .

1 erzeugt wird, über die Kompensationsschaltung 44 übertra-
gen wird und durch den Servoverstärker 48 verstärkt wird,
um dadurch das Servoventil 28 derart zu steuern, daß eine
5 Druckdifferenz zwischen den Arbeitsflüssigkeitsdrucken,
die den oberen und unteren hydrostatischen Polstern 20
und 18 zugeführt werden, erzeugt wird. Die linke Seite
des Tisches 10 wird dabei in die vom Befehlssignal HC2 be-
zeichnete Lage bewegt. Mit anderen Worten kann eine Bewe-
10 gung des Tisches 10 in eine Aufwärtsrichtung durch eine
geeignet große Veränderung, die gleichzeitig in den Be-
fehlssignalen HC1 und HC2 vorgenommen wird, herbeigeführt
werden. Dies führt zu Fehlersignalen, die durch Differen-
tialverstärker 38 und 40 erzeugt werden, was zu einem
15 Ansteigen des Arbeitsflüssigkeitsdruckes, der dem hydro-
statischen Polster 14 bezüglich des oberen hydrostati-
schen Polsters 16 zugeführt wird, führt, ebenso wie in dem
Druck, der dem unteren hydrostatischen Polster 18 bezüg-
lich des zum oberen hydrostatischen Polster 20 zugeführten
20 Druckes, wodurch die Lagerungsspalte der hydrostatischen
Polster 14 und 18 bezüglich der Lagerungsspalte der hydro-
statischen Polster 16 und 20 ansteigen. In anderen Wort
wird dem Tisch 10 durch die hydrostatischen Lagerungen 14
bis 20 eine Kraft zugeführt, die eine Aufwärtsbewegung des
Tisches 10 um einen Betrag, der durch die Werte der Be-
25 fehlssignale HC1 und HC2 festgelegt ist, bewirkt. Die Auf-
wärtsbewegung hört auf, sobald das Verschiebungssignal H1
mit dem Befehlssignal HC1 ins Gleichgewicht kommt und das
Verschiebungssignal H2 mit dem Befehlssignal HC2 ins Gleich-
30 gewicht kommt.

In ähnlicher Weise kann eine Drehung des Tisches 10 um die
Rotationsachse 13 durch Veränderung der Befehlssignale
HC1 und HC2 um Beträge, die gleich, aber entgegengesetzt
35 gerichtet sind, erreicht werden. Dies führt dazu, daß eine
Seite des Tisches 10 um eine bestimmte Verlagerung auf-
wärtsbewegt wird und die entgegengesetzte Seite um eine
gleiche Verlagerung abwärts bewegt wird.

12.

1 Wenn man annimmt, daß die Werte der Befehlssignale HC1 und
HC2 die Verschiebungsbeträge darstellen, und wenn die Ent-
fernung zwischen dem Verschiebungsfühler 34 und dem Ver-
5 schiebungsfühler 36 mit L bezeichnet wird, dann ist eine
Verschiebung H der Mitte des Tisches 10 auf Grund der
Befehlssignale HC1 und HC2 durch folgende Gleichung gege-
ben:

10
$$H = (HC1 + HC2)/2$$

Wenn man die winkelmäßige Drehung des Tisches 10 um das
Rotationszentrum 13 auf Grund der Befehlssignale HC1 und
HC2 mit \emptyset bezeichnet, ist die folgende Gleichung gege-
15 ben:

$$\sin \emptyset = (HC1 - HC2)/L$$

Unter der Annahme, daß $(HC1 - HC2)$ ausreichend klein ge-
20 genüber L ist, gilt die folgende Näherung:

$$\emptyset = (HC1 - HC2)/L$$

Demnach ist es offensichtlich, da L konstant ist, daß eine
25 lineare Verschiebung, eine winkelmäßige Rotation oder
gleichzeitig die lineare Verschiebung und die winkelmäßi-
ge Rotation des Tisches 10 durch geeignete Veränderung
der Amplituden und Polaritäten der Befehlssignale HC1 und
HC2 erreicht werden kann.

30 Demnach ist es verständlich, daß bei einem mikro-einstell-
baren Gerät zum Festsetzen von Verschiebung und Rotation
gemäß der vorliegenden Erfindung ein Rückkopplungs(Servo)-
System benutzt wird, bei dem eine Kraft, die durch eine
35 Vielzahl von hydrostatischen Polstern, die als Lagerungen
dienen, aufgebracht wird, als Steuerparameter verwendet
wird, der auf das gesteuerte Teil einwirkt, wobei das
Rückkopplungssystem arbeitet, um Befehlssignale und Ver-

¹ schiebungssignale, die Verschiebungsbeträge des gesteuerten Teiles darstellen, ins Gleichgewicht zu bringen. Ein derartiges System gestattet es, die Lage des gesteuerten Teiles mit einem hohen Genauigkeitsgrad zu verändern oder zu be-
⁵ wahren, und zwar sowohl bezüglich der linearen Verschiebung als auch bezüglich der winkelmäßigen Rotation. Da also das System sowohl die lineare Verschiebung als auch die winkelmäßige Rotation gleichzeitig ausführen kann und ebenso eine Kompensation gestattet, die derartig aufgebracht werden muß,
¹⁰ daß ein gewünschter Teil des gesteuerten Teiles in einer festen Lage gehalten wird, unabhängig davon, daß das gesamte gesteuerte Teil gedreht wird.

In anderen Worten ist es im Falle des bevorzugten Ausführungsbeispiels möglich, eine derartige Kompensation so vor-
¹⁵ zusehen, daß ein Teil des Tisches in einer festen Lage gehalten wird, wenn der Tisch 10 gedreht wird.

Kompensationsschaltungen 38 und 44 werden zur Einstellung
²⁰ der Steuersystemcharakteristika, z.B. zur Einstellung der statischen Charakteristika des Systems eingesetzt.

Fig. 2 ist ein Querschnitt längs der Linie A-A von Fig. 1, um darzustellen, wie der Tisch 10 in einer festen Lage
²⁵ bezüglich einer Bewegung nach vorwärts oder rückwärts (d.h. einer Bewegung nach rechts oder links, wenn man Fig. 2 betrachtet) gehalten wird. Wie dargestellt, wird die Steuerung einer derartigen Bewegung durch ein zweites Paar von seitlichen hydrostatischen Polstern 54 und 56
³⁰ vorgesehen, die mit Arbeitsflüssigkeitsströmen bei festen Drucken mittels fester Verengungen 58 und 60 versorgt werden. Offensichtlich gestattet eine derartige Anordnung eine freie Bewegung des Tisches 10 in der Ebene von Fig. 1.

³⁵ Man hat herausgefunden, daß das erfindungsgemäße mikroeinstellbare Gerät zum Festsetzen einer Verschiebung und einer Rotation eine extrem feste und genaue Einstellung der

Lage eines gesteuerten Teiles gestattet, die für sehr kleine Beträge der linearen Verschiebung und der winkelmäßigen Rotation erreicht wird, d.h. in der Größenordnung von 0,005 Mikron oder weniger im Falle der Verschiebung, oder 0,01 Winkelsekunden oder weniger im Falle der Rotation. Dies ist graphisch in Fig. 3 dargestellt, die das Ergebnis des allmählichen Einwirkens von Schrittverschiebungen auf ein gesteuertes Teil durch ein mikro-einstellbares Gerät zum Festsetzen der Verschiebung und Rotation gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt. Wie dargestellt, wird jeder Verschiebungsschritt hochgenau und schnell durchgeführt, ohne über das Ziel hinauszuschießen und ohne Schwingungen auszuführen.

Es sei angemerkt, daß das mikro-einstellbare Gerät zum Festsetzen von Verschiebungen und Rotationen gemäß der vorliegenden Erfindung nicht auf die Verwendung einer Flüssigkeit, wie z.B. Öl als Arbeitsflüssigkeit beschränkt ist, da es möglich ist, ein geeignetes Gas wie z.B. Luft als Arbeitsflüssigkeit zu verwenden.

Weiterhin ist in dem oben beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispiel ein einziger Satz von hydrostatischen Polstern vorgesehen, der als statische Drucklagerung auf der linken und rechten Seite des Lagerungs-Tragteiles vorgesehen ist. Allerdings ist es in gleicher Weise möglich, eine Vielzahl von derartigen hydrostatischen Polstersätzen auf jeder Seite vorzusehen, um eine erhöhte Stabilität gegen augenblicklich angreifende Lasten auf das gesteuerte Teil zu erreichen.

Obwohl das dargestellte gesteuerte Teil als lediglich in einer Ebene beweglich dargestellt ist, (d.h. in Richtungen parallel zur Ebene von Fig. 4), ist es möglich, eine Anordnung für Bewegungen in Richtungen parallel zu anderen Ebenen vorzusehen. Das mikro-einstellbare Gerät zum Fest-

18
• 15 •

1 setzen von Verschiebungen und Drehungen gemäß der vorlie-
genden Erfindung ist für einen großen Anwendungsbereich
wertvoll, der die hochgenaue maschinelle Bearbeitung, Meß-
5 aufbauten usw. einschließt, in denen ein gesteuertes Teil
mit einem hohen Grad an Genauigkeit und Stabilität einge-
stellt werden muß.

Obwohl die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf
ein spezielles Ausführungsbeispiel beschrieben wurde, kön-
10 nen verschiedene Veränderungen daran ausgeführt werden,
die in den Schutzbereich der vorliegenden Erfindung, wie
er durch die beiliegenden Ansprüche festgelegt wird, fal-
len. Die obige Beschreibung des bevorzugten Ausführungs-
beispiels möge daher in einem erklärenden und nicht in
15 einem beschränkenden Sinne aufgefaßt werden.

20

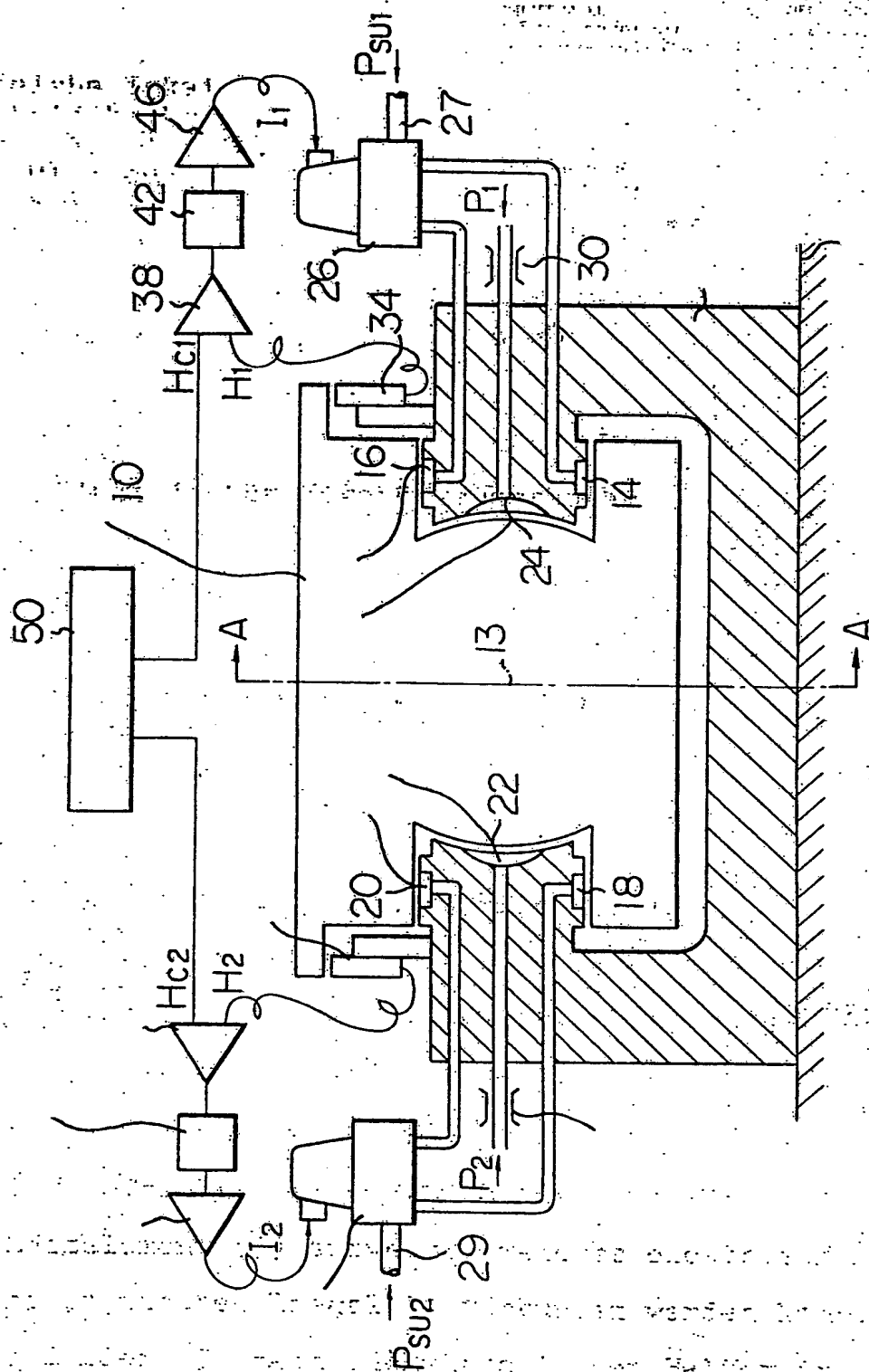
25

30

35

NACHGEREICHT

Fig. 1



10.03.83

3241940

16.

NACHGEREICHT

Fig. 2

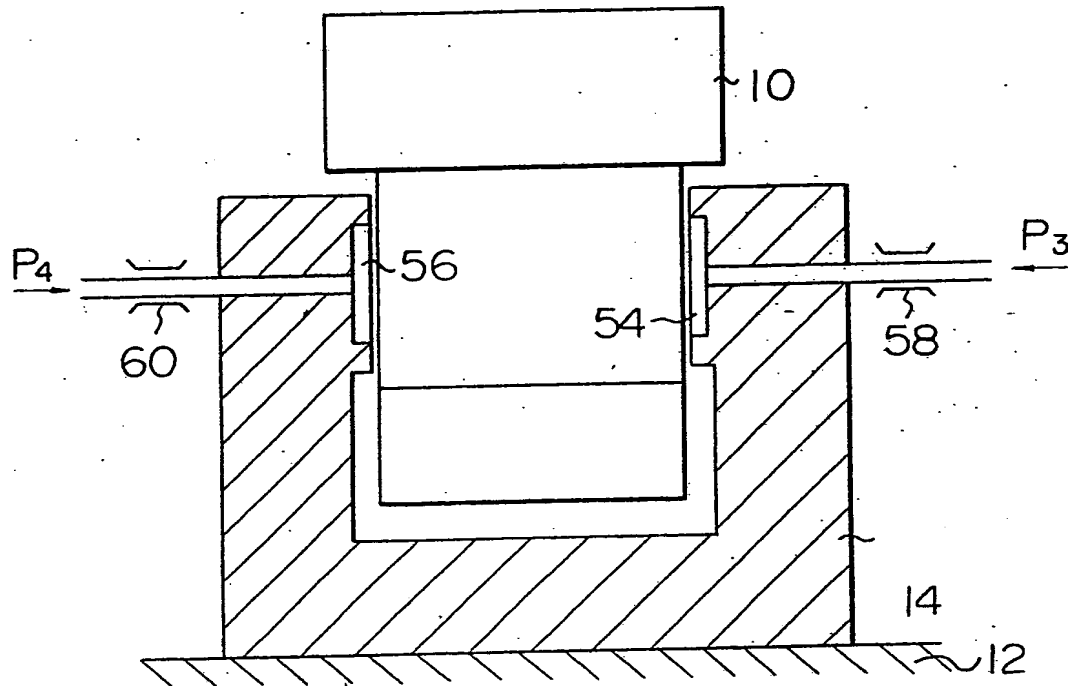
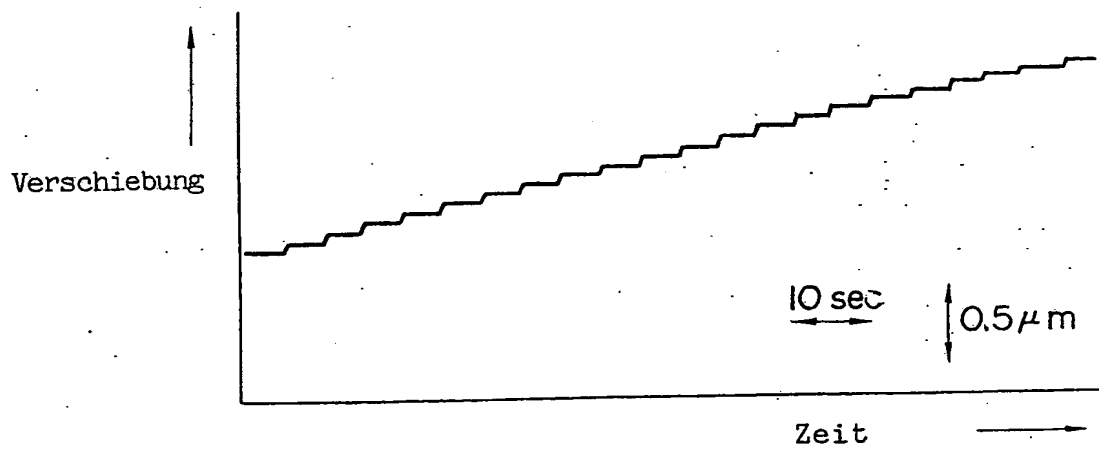


Fig. 3



Translation into English of

Patent Application DE 32 41 940 A1 (Claims and Abstract)

A device is disclosed which enables to adjust a controlled part (e. g. a part holding a workpiece in a clamping device) in its position by extremely small amounts of linear displacement or angular rotation with a high degree of accuracy and a high degree of static and dynamic stability. The device is based on a servo system which is controlled by electric signals and uses hydrostatic pads for supporting and moving the controlled part.

1. A micro-adjustable device for setting a displacement and a rotation, having the following features:

a controlled part (10);

a controller (50) for generating command signals;

a bearing support part (14) for supporting the controlled part (10) in order to enable a displacement of the controlled part (10) in at least one direction, the bearing support part (14) comprising a plurality of hydrostatic bearings (14, 16, 18, 20, 22, 24), each of which comprising at least one pair of opposite hydrostatic pads (14, 16, 18, 20, 22, 24);

displacement sensor means (34, 36) for detecting a displacement of the controlled part (10) with respect to the bearing support part (14) and for generating a displacement signal indicating the amount of said displacement;

switching means (38, 40) for comparing the command signals and the displacement signal and for generating of error signals indicating a difference between the first mentioned signals; and

servo valve means (26, 28) responding to the error signals in order to control the relative pressures of the working fluid currents toward each of the hydrostatic pads (14, 16, 18, 20, 22, 24);

wherein the hydrostatic pads (14, 16, 18, 20, 22, 24) thereby exert forces on the controlled part (10) in a way that they displace the controlled part (10) in a direction which tends to balance the displacement signals and the command signals and to reduce the command signals.

2. Device according to claim 1, characterized in that the hydrostatic bearings (14 to 24) further comprise at least one pair of opposite hydrodynamic pads (54, 56) which have an effect on the controlled part (10) in a way that they hold the controlled part (10) against a displacement in a predetermined direction.
3. Device according to claim 1, characterized in that the hydrostatic bearings (14 to 24) support the controlled part (10) in such a way that an angular rotation is possible within at least one predetermined plane.
4. Device according to claim 1, characterized in that the switching device (38, 40) generating the error signals has the following features:

differential amplifier switching means (38, 40) for comparing the displacement signals and the command signals in order to generate error signals;

compensation switching means (42, 44) coupled to receive the error signals from the differential amplifier switching means (38, 40) in order to alter the error signals in a way such that a desired adjustment of the working characteristics of the micro-adjustable device for setting the displacement and the rotation is achieved; and

servo amplifier switching means (46, 48) for amplifying the error signal outputs from the compensation switching means (42, 44) in order to generate amplified error signals to control the servo valve means (26, 28).

5. A micro-adjustable device for setting a displacement and a rotations, characterized by the following features:

a controlled part (10);

a controller (50) for generating at least first and second command signals;

a bearing support part (14) for supporting the controlled part (10) in a way that its displacement is permitted in at least the vertical direction and an angular rotation is permitted in at least one plane, the bearing support part (14) comprising at least first and second hydrostatic bearings (14, 16, 18, 20, 22, 24) which are arranged on each of two opposite sides of the controlled part (10),

each of the hydrostatic bearings comprising upper and lower hydrostatic pads (14, 16, 18, 20, 22, 24) which exert forces on the controlled part (10) in opposite directions and a lateral hydrostatic pad (54, 56), wherein the lateral hydrostatic pads of the first and second hydrostatic bearings have an effect on the controlled part (10) in an opposite direction to each other;

first and second displacement sensor means (34, 36) respectively arranged on opposite sides of the controlled part (10) for detecting relative displacements of the sides of the controlled part (10) relative to the bearing support part (14) and for generating first and second displacement signals indicating the displacements;

first differential amplifier and servo amplifier switching means (40, 44) for comparing the first command signal and the first displacement signal in order to generate a first error signal indicating the difference between said signals, and second differential amplifier and servo amplifier switching means (38, 42) for comparing the second command signal and the second displacement signal in order to generate a second error signal indicating a difference between said signals;

a first servo valve (28) responding to the first error signal in order to control the relative pressure of the working fluid currents which are supplied respectively to the upper and lower hydrostatic pads (18, 20) or the first hydrostatic bearing (18, 20), and a second servo valve (26) responding to the second error signal in order to control the relative pressure of the working fluid currents which are supplied respectively to the upper and lower hydrostatic pads (14, 16) of the second hydrostatic bearing (14, 16); and

first and second constrictions (58, 60) for supplying working fluid currents to lateral hydrostatic pads (54, 56) of the first and second hydrostatic bearings, respectively, in case of strong pressures.

